

# PERANCANGAN SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) PADA SEL SURYA YANG TERHUBUNG DENGAN GRID

*by* Nur Alif Mardiyah

---

**Submission date:** 22-Nov-2019 08:31AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1219103365

**File name:** n-prosiding-perancangan-sistem-maximum-pow-2018-11-20-083114.pdf (508.87K)

**Word count:** 2083

**Character count:** 12238

# PERANCANGAN SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) PADA SEL SURYA YANG TERHUBUNG DENGAN *GRID*

Nur Alif Mardiyah<sup>1</sup>, Ilham Pakaya<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

## Kontak Person:

Nur Alif Mardiyah  
Jalan merpati utara No. 25  
Malang, 65152

Telp: 08123312287, E-mail: nuralif@umm.ac.id

## Abstrak <sup>6</sup>

Semakin berkurangnya ketersediaan bahan bakar fosil mendorong berkembangnya penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi pembangkit listrik. Salah satu sumber energi terbarukan yang semakin banyak dipakai sebagai pembangkit listrik adalah sel surya. Efisiensi sel surya yang masih rendah membuat perlunya penerapan maximum power point tracking (MPPT) yang dikombinasikan dengan konverter DC-DC. Konverter DC-DC yang umum digunakan adalah konverter boost. Pada makalah ini disajikan pemodelan dan simulasi dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dikombinasikan dengan konverter boost yang dilengkapi dengan metode pencari daya maksimum atau maximum power point tracking menggunakan fuzzy controller dan terhubung dengan inverter. Sistem terdiri atas panel surya, konverter boost dengan kontrol MPPT dan inverter.

Kontrol MPPT berbasis fuzzy digunakan untuk mengontrol saklar IGBT dari konverter DC-DC penaik tegangan bernama konverter boost untuk menghasilkan daya output maksimum dari PLTS. Boost konverter dihubungkan dengan 256 modul panel surya yang terhubung 16 seri dan 16 paralel yang memiliki kapasitas total 20 kW. Hasil simulasi menunjukkan sistem panel surya memiliki efisiensi yang berbeda untuk setiap kondisi iradiasi dan suhu berbeda.

**Kata kunci:** Maximum Power Point Tracking (MPPT), Fuzzy, Konverter Boost

<sup>2</sup>

## Pendahuluan

Saat ini, kebutuhan manusia akan energi listrik semakin meningkat. Di sisi lain, jumlah bahan bakar fosil semakin berkurang. Sumber energi terbarukan seperti energi surya semakin banyak digunakan dalam pembangkitan energi listrik. Sel surya menjadi salah satu pembangkit listrik dengan energi terbarukan yang paling banyak dikembangkan karena tidak menimbulkan suara dan emisi serta membutuhkan biaya perawatan yang rendah [1]. Pada akhir tahun 2010, tercatat 35 GW sistem PLTS telah terpasang di negara yang tergabung dalam *International Agency Photovoltaic Power Systems Programme* (IEA PVPS) [2].

Daya yang dihasilkan sel surya bergantung pada iradiasi matahari dan suhu lingkungan. Untuk dapat menghasilkan daya maksimum pada setiap kondisi iradiansi matahari dan suhu, diperlukan penerapan algoritma MPPT. Algoritma MPPT pada umumnya dieksekusi oleh konverter DC-DC. Konverter DC-DC yang sering digunakan adalah konverter boost.

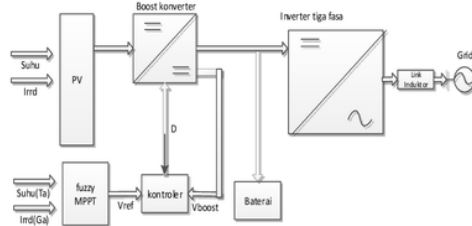
Pemanfaatan tenaga surya yang maksimal dan mengkombinasikan dengan sistem *existing* distribusi (*grid*) akan menciptakan suatu *mix system* baru. Interaksi hubungan kedua sumber akan saling menguntungkan dengan semakin terbatasnya ketersediaan *supply* dari *grid*. Dengan menganalisa masukan panel surya dan memanfaatkan kemampuan kapasitas puncak sel surya diharapkan efisiensi konversi dapat maksimum dan dapat memberikan daya keluaran sesuai dengan kapasitas.

Pada penelitian ini, disajikan perancangan sistem panel surya yang terhubung dengan grid melalui inverter dengan metode *maximum power point tracking* (MPPT) sehingga menghasilkan daya keluaran panel surya yang memiliki efisiensi tinggi sesuai yang tersedia, serta merancang inverter

yang mampu berinteraksi dengan sistem distribusi (*grid*). Algoritma MPPT yang digunakan adalah algoritma *fuzzy* yang ditawarkan pada referensi[7]. Seluruh sistem dimodelkan dan disimulasikan dengan program Matlab.

### Metode Penelitian

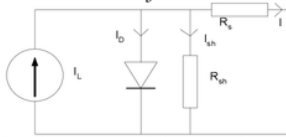
Metode penelitian Sistem PLTS yang diusulkan pada penelitian ini dapat dibagi menjadi lima bagian, yaitu pemodelan panel surya, konverter boost, algoritma MPPT, sistem kontrol tegangan dan inverter. Keseluruhan sistem yang disimulasikan ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Konfigurasi Sistem Keseluruhan

#### A. Pemodelan Panel Surya

Pemodelan panel surya secara sederhana ditunjukkan oleh **Gambar 2**.



Gambar 2 Pemodelan Panel Surya

Persamaan dasar dari panel surya ditunjukkan oleh persamaan (1) berikut:

$$I = I_L - I_D \left[ e^{\frac{q(V + IR_s)}{nkT}} - 1 \right] - \left( \frac{V + I \cdot R_s}{R_{sh}} \right) \quad (1)$$

Keterangan:

- $I$  adalah arus keluaran panel surya (A).
- $I_L$  adalah arus yang terbangkit pada PV (A).
- $I_D$  adalah arus saturasi dioda.
- $q$  adalah muatan elektron =  $1.6 \times 10^{-19}$  (C).
- $K$  adalah konstanta Boltzman (j/K).
- $T$  adalah temperatur sel (K).
- $R_s$  adalah resistansi seri sel (Ohm).
- $R_{sh}$  adalah resistansi shunt (Ohm).
- $V$  adalah tegangan keluaran panel surya (V).

Panel surya yang digunakan pada penelitian ini menggunakan model panel surya BP-583F. Data panel surya ini pada iradiansi matahari  $1000 \text{ W/m}^2$  dan temperatur  $25^\circ\text{C}$  ditunjukkan oleh **Tabel 1**.

**Tabel 1** Parameter BP-583F pada  $1000 \text{ W/m}^2$   $25^\circ\text{C}$

Imp	4.5 A
Vmp	17 V
Pmax	75 W
Isc	5 A
Voc	22,3

Pada penelitian ini menggunakan 256 panel surya yang terhubung 16 seri dan 16 paralel untuk mengetahui performa dari penggunaan konverter boost yang dikombinasikan dengan MPPT berbasis *fuzzy*.

#### B. Konfigurasi Konverter Boost

Konverter boost adalah salah satu konverter *DC to DC* yang berfungsi menaikkan tegangan DC. Konverter boost mempunyai tegangan keluaran yang selalu lebih besar daripada tegangan masukan.

Polaritas tegangan keluaranya mempunyai nilai yang sama dengan masukan[8].

$$V_{out} = \frac{V_m}{1-D} \quad (2)$$

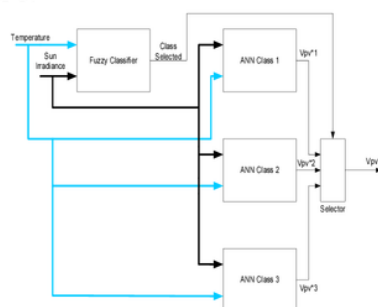
Nilai *duty cycle*  $D$  didapat dengan :

$$D = 1 - \frac{V_m^*}{V_{out}} \quad (3)$$

$V_m^*$  merupakan nilai tegangan setelah di tambahkan dengan nilai keluaran PI kontroler.

### C. Algoritma MPPT

MPPT digunakan untuk menentukan besar tegangan referensi panel surya ( $V_{pv}^*$ ) untuk setiap kondisi iradiansi matahari dan temperatur. Dengan demikian, panel surya dapat menghasilkan daya maksimum untuk setiap kondisi iradiansi matahari dan temperatur. MPPT yang digunakan pada penelitian ini adalah MPPT berbasis algoritma *fuzzy*. Algoritma *fuzzy* dipilih karena mampu menghasilkan tegangan referensi dengan akurasi dan kecepatan yang tinggi. Struktur dari algoritma *fuzzy* ditunjukkan oleh **Gambar 3**.

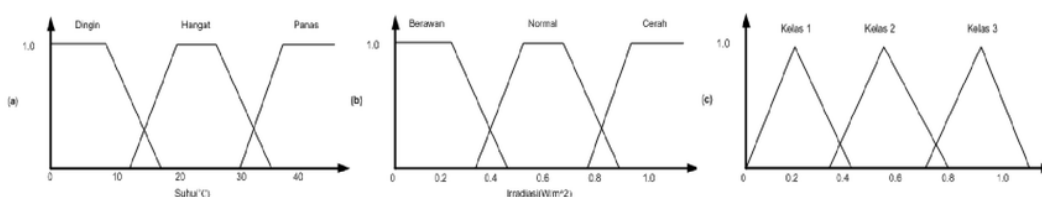


Gambar 3 Struktur MPPT *Fuzzy*

Pada MPPT *fuzzy*, terdapat *fuzzy classifier* yang berfungsi menentukan kelas untuk setiap kondisi iradiansi matahari dan temperatur. Pada algoritma MPPT ini terdapat tiga kelas ANN. Data yang termasuk pada kelas pertama akan dilatih oleh ANN kelas pertama dan seterusnya. Selanjutnya, ANN akan menentukan tegangan referensi untuk setiap masukan iradiansi matahari dan temperatur. Fungsi keanggotaan dan *fuzzy rules* dari *fuzzy classifier* ditunjukkan oleh **Gambar 4** dan **Tabel 2**.

**Tabel 2** *Fuzzy rules*

Suhu	Iradiansi		
	Berawan	Normal	Cerah
Dingin	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 3
Hangat	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Panas	Kelas 1	Kelas 1	Kelas 2

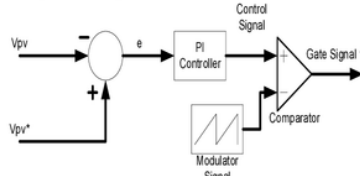


Gambar 4 Fungsi keanggotaan *fuzzy classifier* (a) *Input* suhu (b) *Input* iradiasi (c) *output*

Penggunaan tiga kelas ANN akan menghasilkan nilai tegangan referensi yang lebih akurat dibanding dengan hanya menggunakan satu ANN karena ketidaklinieran data dapat dikurangi. Data untuk setiap kelas dibagi menjadi tiga bagian, yaitu data pelatihan (70%), data validasi (15%) dan data pengujian (15%).

#### D. Sistem Kontrol Tegangan

Sistem kontrol tegangan berfungsi untuk menghasilkan *duty cycle* yang sesuai untuk konverter boost, agar konverter boost dapat membuat panel surya menghasilkan tegangan sesuai dengan tegangan referensi yang dihasilkan MPPT. Kontroler yang digunakan adalah kontroler PI. Gambar skema kontrol yang digunakan ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5 Skema Kontrol Tegangan

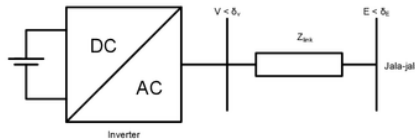
#### E. Inverter

Inverter tiga fasa terdiri dari enam IGBT yang dihubungkan dengan spwm generator dan enam *fast recovery* dioda IGBT.

$$P = \frac{VE}{X_{link}} \sin(\delta_V - \delta_E) \quad (4)$$

$$Q = \frac{V^2}{X_{link}} - \frac{VE}{X_{link}} \cos(\delta_V - \delta_E) \quad (5)$$

P dan Q diatur dengan mengatur impedansi *link inverter* mengubah tegangan keluaran inverter atau dengan mengubah besar beda sudut  $\delta_V - \delta_E$ . Berdasarkan persamaan (4) dan (5) jika semakin besar nilai V maka nilai P dan Q akan semakin besar. Hubungan antara inverter dan jala-jala diilustrasikan dengan **Gambar 6**.

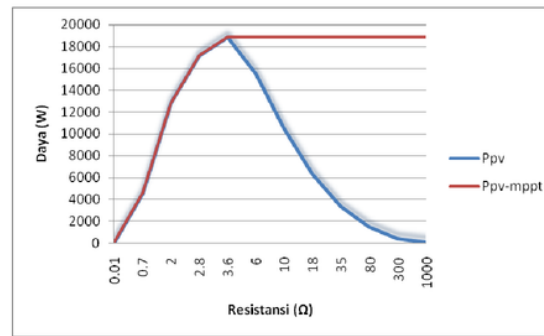


Gambar 6 Inverter terintegrasi *grid*

Hubungan inverter dengan *grid* harus melalui Link Induktor. Link Induktor L didesain sebagai isolasi antara keluaran inverter dengan *grid*. Tegangan inverter dapat dikontrol dengan mengubah perbedaan fasa  $\delta = \delta_V - \delta_E$  antara inverter dengan tegangan *grid* ataupun dapat juga dengan mengontrol modulasi tegangan. Sudut fasa diatur sedemikian hingga daya aktif yang di transfer maksimum dengan  $\delta = 90^\circ$  dan tegangan inverter dibuat konstan  $380 \cdot \sqrt{2}$  Volt pada indeks modulasi satu.

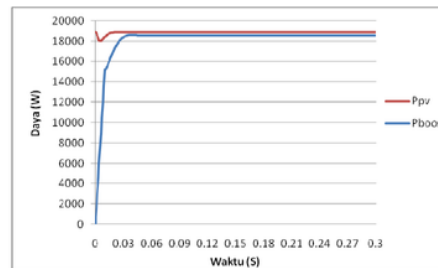
#### Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada **Gambar 7** disajikan perbedaan sistem panel surya yang menggunakan MPPT dan tidak menggunakan MPPT. Untuk mengetahui perbedaan daya yang dihasilkan digunakan tahanan yang bervariasi sebagai beban pada panel surya untuk sistem tak ber-MPPT.

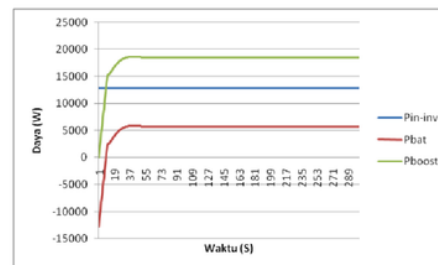


Gambar 7. Daya panel surya dengan tidak menggunakan MPPT dan menggunakan MPPT

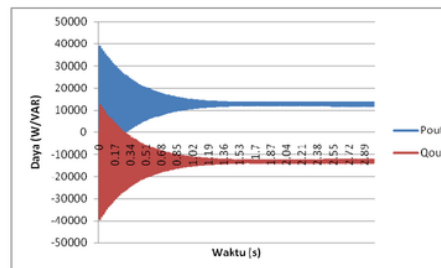
MPPT daya yang dihasilkan tidak selalu pada daya maksimum ketika dibebani dengan nilai tahanan yang berbeda. Hal ini tentu akan memperkecil efisiensi sistem. Pada sistem yang menggunakan MPPT di dalamnya, panel surya dipaksa untuk bekerja pada tegangan optimumnya, sehingga daya maksimum selalu tercapai. **Gambar 8** menampilkan besar daya yang diberikan oleh PV dan daya yang dikeluarkan oleh boost konverter pada irradiansi  $1000 \text{ W/m}^2$  dan suhu  $35^\circ\text{C}$ . Saat *steady state* daya yang di hasilkan panel surya berkisar 18884,46 Watt, artinya memiliki selisih kecil dengan daya puncak 18884,5 Watt.



Gambar 8. Grafik fungsi daya panel surya dan boost konverter



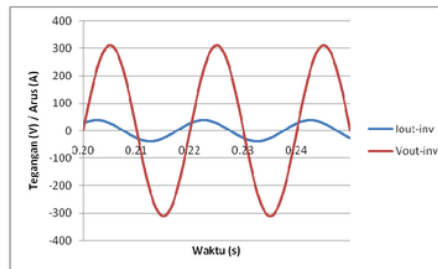
Gambar 9. Grafik fungsi daya masukan inverter, baterai, dan boost konverter



Gambar 10. Grafik fungsi daya inverter

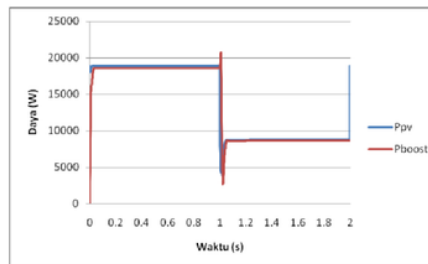


**Gambar 9.** menampilkan fungsi daya masukan inverter, baterai, dan boost konverter terhadap waktu pada yang sama. Nilai *steady state* daya rata-rata baterai pada saat irradiansi 1000 W/m<sup>2</sup> dan temperatur 35 °C berkisar 5751 Watt. Daya tersebut merupakan sisa dari daya yang tidak diserap oleh inverter. **Gambar 10.** menunjukkan daya yang disalurkan oleh inverter ke *grid*. Garis merah merujuk pada daya reaktif yang diserap oleh *grid*, dan warna biru menunjukkan daya aktif yang di serap oleh *grid*. Daya aktif keluaran inverter rata-rata pada saat *steady state* adalah berkisar 12655,86 Watt. Daya reaktif yang dihasilkan sebesar 12647.62 Watt. Nilai negatif pada gambar menunjukkan inverter mensuplai daya reaktif. Gelombang tegangan dan arus yang diukur disisi *grid* setelah *steady state* ditampilkan pada **gambar 11**.



Gambar 11. Arus dan tegangan grid fasa A

Pada gambar diatas dilihat bahwa nilai arus leading terhadap tegangan grid  $\cong 45^\circ$ . Nilai tegangan puncak grid adalah 310.27 Volt dan nilai tegangan rms 220 Volt. Nilai arus puncak yang diserap grid adalah 38.46 A dan nilai rms arus 27.20 A. Untuk mengetahui apakah sistem sudah dapat merespon perubahan dengan baik, maka di simulasikan respon sistem terhadap perubahan irradiansi. **Gambar 12.** mensimulasikan tanggapan sistem panel surya terhadap perubahan irradiansi. Perubahan irradiansi dari 1000 W/m<sup>2</sup> menjadi 500 W/m<sup>2</sup> terjadi pada waktu sama dengan satu detik. Dari grafik dapat diamati bahwa ketika terjadi perubahan irradiansi MPPT segera bekerja sehingga titik daya maksimum dapat dicapai kembali. Dari grafik dapat kita simpulkan bahwa sistem panel surya mempunyai tanggapan yang baik.



Gambar 12. Grafik fungsi daya terhadap waktu pada suhu 35 °C pada waktu 0 –s/d 1 s irradiansi 1000 W/m<sup>2</sup> dan 500 W/m<sup>2</sup> pada 1 –s/d 2 detik

## Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil dari pengujian yang ditunjukkan di atas, dapat disimpulkan yaitu penggunaan sistem MPPT pada sistem panel surya dapat memaksa panel surya menghasilkan daya keluaran yang maksimum pada berbagai irradiansi matahari. Model panel surya dalam penelitian ini mendekati spesifikasi. Model panel surya memiliki galat daya keluaran sebesar 2.08%, galat tegangan pada daya maksimum sebesar 0.59%, galat arus maksimum sebesar 0.67%.

## Referensi

- [1] Syafarudin, E. Karatepe, T. Hiyama, "Polar Coordinated Fuzzy Controller Based Real-Time Maximum-Power Point Control of Photovoltaic System," *Elsevier - Renewable Energy*, 34, pp. 2597-2606, 2009.
- [2] "Trends in Photovoltaic Applications : Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2010," IEA, Paris, France, Rep. IEA-PVPS T1-20, 2011.
- [3] K.I. Hwu, Y.T. Yau, "KY converter and its derivative," *IEEE Transaction on Power Electronics*, 24, pp.128-137, 2009.

- 
- 4
- [4] H.-B. Shin, J.G. Park, S.K. Chung, H.W. Lee, T.A. Lipo, "Generalized steady-state analysis of multiphase interleaved boost converter with coupled inductors *IEEE Proceeding Electronic Power Application*, 152, pp.584-594, 2005.
- [5] F.L. Luo, H. Ye, "Positive Output Super-Lift Converters," *IEEE Transaction on Power Electronics*, 18, pp. 105-113, 2003.
- [6] R. Giral, E. Arango, J. Calvente and L. Martinez-Salamero, "Inherent DCM Operation of the Asymmetrical Interleaved Dual Buck-Boost," *Proceeding IEEE IECON'02*, 1, pp. 129-134, 2002.
- [7] A. Chaouachi, R.M. Kamel, K. Nagasaka, "A Novel Multi-Model Neuro-Fuzzy-Based MPPT for three phase grid-connected photovoltaic system," *Science Direct - Solar Energy*, 84, pp. 2219-2229, 2010.
- [8] Lasseter, R. Tomsovic, K., Piagi, P., "Scenarios for Distributed Technology Applications with Steady State and Dynamic Models of Loads and Micro-Sources", CERTS Report, 2000
- [9] Rashid, Muhammad H., "*Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*". Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1993





# PERANCANGAN SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) PADA SEL SURYA YANG TERHUBUNG DENGAN GRID

## ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[digilib.its.ac.id](http://digilib.its.ac.id)

Internet Source

3%

2

[www.fortei.org](http://www.fortei.org)

Internet Source

3%

3

[ejnteti.jteti.ugm.ac.id](http://ejnteti.jteti.ugm.ac.id)

Internet Source

2%

4

[www.conference.bonfring.org](http://www.conference.bonfring.org)

Internet Source

2%

5

[ipasj.org](http://ipasj.org)

Internet Source

1%

6

[garuda.ristekdikti.go.id](http://garuda.ristekdikti.go.id)

Internet Source

1%

7

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

1%

8

Submitted to University Tun Hussein Onn  
Malaysia

Student Paper

1%

---

Exclude quotes	On
Exclude bibliography	On

Exclude matches	< 1%
-----------------	------